

学校编码: 10384

学 号: X200331022

分类号\_\_\_\_ 密级\_\_\_\_

UDC\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

设计 GDX2 包装机 CV 条包透明纸自动快换装  
置

Design of the automatically changing equipment of CV film  
wrapper of GDX2 packing machine

严 斌

指导教师姓名: 陈伟 教授

王汉龙 高工

专 业 名 称: 控 制 工 程

论文提交日期: 2010 年 月

论文答辩日期: 2010 年 月

学位授予日期: 2010 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评阅人: \_\_\_\_\_

2010 年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于     年     月     日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年     月     日

## 摘 要

GDX2 包装机 CV 条波透明纸自动更换装置，是我公司在原先进口 GD 包装机上增设的一个部份，其特点是：能够帮助机台操作人员准备以及自动更换使用完后的材料，有效减小更换难度，节省停机时间，提高了机器的生产效率。

本文对国内现有的条盒包装系统进行了介绍，在原有基础上提出了自动更换条透纸更换方案，系统控制采用 PLC 的模式，具有抗干扰能力强，可靠性极高，编程方便等显著优点，采用 simsens 公司 S7-200 型 PLC 为核心，设计 PLC 硬件电路，PLC 输入输出接口电路，汽缸轨道控制，控制面板。PLC 硬件调试表明,CPU、I/O 等模块工作正常，PLC 硬件设计正确。

分析如何利用 PLC 指令软件编程实现对步进电机的定位、速度控制，提供了实现数控系统中点位控制，进料子程序，卸料子程序，复位子程序等，使用 STEP7 开发环境，PLC SIMUATION 软件包测试，测试正常后，进行 PLC 软硬联调，调试结果表明，软件设计满足控制系统设计要求，PLC 软件设计正确。

在控制系统软硬设计正确的基础上，在现场硬件上进行试验，通过一段时间来的操作使用，均无发现系统 BUG，表明本控制系统能够满足现场的使用要求，可以应用于工业现场。

**关键词：**S7-200 型 PLC 汽缸轨道控制 STEP7 开发环境

## Abstract

The automatically changing equipment of CV film wrapper of GDX2 packing machine, a part of the original import GD packer extended by our company, has some characteristics as follows: It is able to help operators prepare and automatically change materials which have been used, reduce the difficulty of changing effectively, save halt time, and improve the producing efficiency of the machine as well.

This paper introduces the existent domestic box packer system and puts forward the changing scheme of automatically changing film wrapper based on the original system. System control adopts the PLC pattern, which has remarkable characteristics like strong anti-jamming ability, high reliability and convenient quality for programming. Besides, the system adopts the Simens S7-200 PLC as its kernel, and designs PLC hardware circuit, PLC input and output interface circuit, and cylinder orbit control as well as control panel. The debugging of PLC hardware shows that modules such as CPU and I/O work normally and the design of PLC hardware is correct.

This paper analyzes how to use PLC instruction software to program in order to realize the location and velocity control of stepping motor, in addition, it provides the realization of midpoint control of numerical control system, materials input subprogram, materials unload subprogram and reset subprogram. Moreover, the STEP7 is used as development environment, and PLC SIMULATION software pack for test, after passing the test, co-debugging of PLC is executed and the debugging results show that the software design meets the control system design requirements and the PLC software design is correct.

Based on correct designs of hardware and software of the control system, experiments have been processed in locale hardware, and after certain time of operations, no system bug is found, which indicates that this control system could meet the real time use requirements and can be used in industrial locale.

**Keywords:** S7-200 PLC; Cylinder Orbit Control; STEP7 Development Environment

# 目 录

摘 要.....	III
第一章 前言.....	1
1.1 卷烟厂包装设备介绍.....	1
1.2 烟草行业内 GDX2 包装机介绍.....	1
1.3 CV 条包透明纸更换现有缺陷以及改造的基本要求: .....	3
第二章: 控制器介绍.....	5
2.1 控制器的选择.....	5
2.2 PLC 的选型.....	7
2.3 S7-200 型 PLC.....	8
2.4 西门子 S7-200 系列 STEP7-Micro/WIN 开发环境.....	12
第三章 控制系统控制功能设计.....	13
3.1 控制系统控制功能.....	13
3.2 PLC 控制系统输入输出量分析与定义.....	14
3.3 系统核心及外围电路设计.....	15
3.3.1 PLC 的硬件设计.....	15
3.3.2 PLC 的外围供电部分.....	16
3.3.3 PLC 的外围检测电路及设计.....	17
3.3.4 行程机械的设计.....	19
3.3.5 定长摆杆的设计.....	20
3.3.6 PLC 硬件电路系统连接.....	22
3.3.7 PLC 硬件组装调试.....	29
第四章 控制系统程序设计.....	31
4.1 PLC 的程序执行原理及开发环境设置.....	31
4.1.1 程序设计基础.....	31
4.1.2 开发环境设置.....	33
4.2 创建项目.....	36
4.3 主程序的编写.....	37
4.3.1“进料”子程序.....	38
4.3.2“卸料”子程序.....	42
参考文献.....	49
致 谢.....	51

# Table of Contents

<b>Abstract</b> .....	IV
<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	1
1.1 Tobacco packaging equipment .....	1
1.2 GDX2 packaging equipment for tobacco production .....	1
1.3 Current drawback of CV packageing film replacement process and improving requirement .....	3
<b>Chapter 2 Introdution of Controller</b> .....	5
2.1 Controller choice .....	5
2.2 PLC choice .....	7
2.3 PLC of S7-200.....	8
2.4 Siemens S7-200 PLC and STEP7-Micro/WIN development environment.....	12
<b>Chapter 3 Functions design for controlling system</b> .....	13
3.1 Controlling functions of system .....	13
3.2 Anlysis and define of PLC input and output .....	14
3.3 Design of system core and peripheral circuit .....	15
3.3.1 Hardware design of PLC controlling system.....	15
3.3.2 PLC peripheral power supplying.....	16
3.3.3 Design of PLC peripheral measuring circuit.....	17
3.3.4 Design of position mechnery.....	19
3.3.5 Design of swing link with constant length .....	20
3.3.6 Circuit connection of PLC hardware system.....	22
3.3.7 Installation and adjustment of PLC hardware sytem .....	29
<b>Chapter 4 Controlling program design</b> .....	31
4.1 Priciple of PLC program and development enviornment.....	31
4.1.1 Basic of program design.....	31
4.1.2 Development enviornment setting.....	33
4.2 Projection creation.....	36
4.3 Design of main program.....	37
4.3.1 Sub-program of feeding.....	38
4.3.2 Sub-program of unloading.....	42
<b>References</b> .....	49
<b>Acknowledgements</b> .....	51



## 第一章 前言

### 1.1 卷烟厂包装设备介绍

随着科学技术的飞速发展,卷烟包装机组进入高速发展阶段。从20世纪70年代开始,卷烟包装机组每2~3年就上一个台阶,卷烟包装机的生产能力由200包/分钟、250包/分钟、300包/分钟、350包/分钟、400包/分钟、500包/分钟、700包/分钟,提高到目前1000包/分钟。卷烟包装的规格实现了多样化,包装的范围不断扩大,到目前可以包装10~35支各种规格的小包,所包烟支直径可在6.7~8.8毫米之间自由选择,所包烟支的长度可在70~120毫米之间自由选择。

### 1.2 烟草行业内 GDX2 包装机介绍

中国烟草进出口总公司用技贸结合的形式于1992年同意大利GD公司签订了X2SC/4350/PACK-OW型卷烟包装机组及“MICRO II”电器控制系统的专有技术转让协议,并将整套技术资料交由上海烟草工业机械厂独家进行消化、吸收、制造和销售(电控柜由北京长城无线电厂配套)。该机组最高产量为400包/分(或40条/分),是八十年代末九十年代初国际上公认的第一流翻盖式硬盒卷烟包装设备。<sup>[1]</sup>

GDX2机组的组成包括:

(1) **A400 卸盘机**: 该机的各动作由电控及凸轮控制,翻盘器沿轴心线进行旋转,使烟盘的旋转摆动幅度达到最小限度,振动及撞击均小,整机稳定可靠<sup>[2]</sup>。

(2) **X2 硬盒包装机**: 是机组的主机部分,其作用是先将分散的20支烟支按7-7-6排列成一烟组,然后外裹铝箔纸,并加入白框纸,然后对商标纸进行折叠,在包装成型轮作用下最后把烟组包装成型,并将成型后的烟包通过输送通道输给下游机。铝箔纸和内框纸都是整卷供给机器,由机器本身功能将其裁切成单张片状后输送到位进行包装,该机有齐全电子自动检测系统,对商标纸、烟支、烟组、烟包的质量进行监控,不合格的烟包产品及时给予剔除,确保产品质量<sup>[3]</sup>。

(3) **4350 (CH) 盒外透明纸包装机**: 其作用是在烟包外再包裹一层透明纸,使之密封、防潮、延长卷烟存放期和美化外观,提高产品附加值。<sup>[4]</sup>该机各主要机

械动作由凸轮控制、机器工作平稳、故障少、调试方便、有效作业率高，同时不合格烟包能自动剔除。该部分提供动力给CT硬条包装机和CV条外透明纸包装机，使三个单机机械同步性能提高。机组电控是采用MICRO II计算机控制系统，故包装机组中各单机的停、开及速度变化协调一致，如发生故障能及时地在电控柜上显示。

**(4) PACK (CT) 硬条包装机：**该机的生产能力为40条/分，其作用是将来自上游机裹有透明纸的烟包按照五包平列上下两层的形式，用硬盒纸包成条状烟盒。该机除人工分别给纸库、胶水桶添加整叠的硬盒纸和胶水外，能自动完成一切包装运动及其他辅助运动，并在完成了一个包装对象后，还能自动重复进行，是台自动化程度较高的包装设备。该机采用凸轮作为控制系统的发令元件，对主要的工作部件和执行机构进行运动控制，从而使各工作机构按给定的先后顺序进行动作，实现自动控制。并且该机采用了各种传感器作为自动控制和检测装置，以进一步提高机器的自动化程度和包装质量，通过调换若干个专用零件还能包装美式或欧式的硬盒纸条盒<sup>[5]</sup>。

**(5) OW (CV) 条外透明纸包装机：**该机作用是将10包一条的硬条外层包裹一层透明纸的专用设备，它是硬盒硬条包装机组中卷烟包装的最后一道工序，至此裹有透明纸条盒输出，整个机组的功能就全部完成。该机是一台包装质量较好的透明纸包装设备，具有国际上九十年代初的先进水平，在裹包过程中，机器上设有电器检测与控制装置，借助光电管、限位开关、接近开关等电器元件来实现裹包过程的全部自动化。除了采用凸轮传动装置、电器检测装置外，还采用气压传动，机器的结构紧凑，稳定可靠<sup>[6]</sup>。

该机器主要由五部分组成：

- ① 机座及主传动：机座及主传动是整个机器的核心部分，包括主传动、各包裹、折叠、热封动作的执行机构等，还有电器控制元件、气压系统、油路润滑系统。
- ② 透明纸卷筒架：用于支撑包装材料卷筒透明纸的，它装于机身的右下方。
- ③ 透明纸输送及切断装置：包括拉带供给装置、腊缸部件、拉带张紧装置、透明纸平送装置及前防护罩等。
- ④ 顶升、折叠、热封装置：其功能是将到位的透明纸于条盒通过顶升、腿跳、折边与热封的包装过程形成水平裹包。

⑤ 输出通道装置：包括输出传动及端面热封装置。



图 1.1 实物示意图

### 1.3 CV 条包透明纸更换现有缺陷以及改造的基本要求

从效益角度出发，每个机台每个班（8小时）平均需要更换2个条包透明纸，每次更换时都需要先停机，然后先将用完的纸筒心卸下来，再搬来条包透明纸装上。由于条包透明纸较重，又需要搬到一定高度的位置装配，对于一些机台女操作工更是存在一定的难度，所以这整个更换过程都需要花费一定的时间，大大降低了生产效率。所以我们希望能够设计出能有自动更换条包透明纸的装置，来提高生产效率<sup>[7]</sup>。考虑到现有包装设备上透明纸更换装置中并没有可以采纳或借鉴的模式，只能从生产实际出发来考虑该装置的改造基本要求：

(1) 在生产过程中能够实现一人更换透明纸；

- (2) 能够实现提前备用一个透明纸卷筒；
- (3) 能够根据生产的需要，实现中途卸下使用一半的透明纸卷筒；
- (4) 能够实现透明纸用完时自动报警功能；
- (5) 控制方式简单科学，占用空间较小，开发快捷简便，节省设备改造成本。<sup>[8]</sup>

## 第二章 控制器介绍

### 2.1 控制器的选择

实现自动化数控系统的方法有三种：一采用全功能的数控装置，这种装置功能十分完善，但其价格却很昂贵，而且许多功能对本控制系统来说是多余的；二是采用单板机或单片机控制，这种方法除了要进行软件开发外，还要设计硬件电路、接口电路、驱动电路，特别是要考虑工业现场中抗干扰问题。<sup>[9]</sup>

考虑到上述问题，在深入现场进行调查研究，决定选用现今应用面最广、功能强大、使用方便的通用工业控制装置-----可编程逻辑控制器（Programmable Logical Controller, 简称 PLC）作为 CV 条包透明纸自动快换装置的控制系统的控制器。

PLC 是在计算机技术的促进下得以发展的新一代顺序逻辑控制装置，是专为在工业环境下应用而设计的一种数字运算操作的电子装置，是带有存储器、可以编制程序的控制器。它具有如下特点：<sup>[10 11]</sup>

(1) 编程方法简单易学。

梯形图是使用最广的 PLC 编程语言，其电路符号和表达方式与继电器电路原理图相似，梯形图语言形象直观，易学易懂。

(2) 功能强，性能价格比高。

一台小型 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件，有很强的功能，可以实现非常复杂的控制功能。与功能相同的继电器系统相比，具有很高的性能价格比。

(3) 硬件配套齐全，用户使用方便，适应性强。

PLC 产品已经标准化、系列化、模块化，配备有品种齐全的各种硬件装置供用户使用，用户能灵活方便地进行系统配置，组成不同功能和不同规模的系统。PLC 的安装接线也很方便，一般用接线端子连接外部接线。PLC 有较强的带负载能力，可以直接驱动小型电磁阀和小型交流接触器。硬件配置确定后，可以通过修改用户程序方便快速地适应工艺条件的变化。

(4) 可靠性高，抗干扰能力强。

传统的继电控制器控制系统使用了大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件。由于触点接触不良，容易出现故障。PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电

器, 只剩下与输入和输出有关的少量硬件元件, 硬件接线比继电器控制系统少得多, 接线可减少到继电器控制系统的  $1/10 \sim 1/100$  因触点接触不良造成的故障大为减少。PLC 采取了一系列硬件和软件抗干扰措施, 具有很强的抗干扰能力, 平均无故障时间达到数万小时以上, 可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场, PLC 已被广大用户公认为最可靠的工业控制设备之一。

(5) 系统的设计、安装、调试工作量少。

PLC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量使用的中间继电器、时间继电器、计数器等器件, 使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。

PLC 的梯形图程序一般用顺序控制设计来设计, 这种编程方法很有规律, 很容易掌握<sup>[12]</sup>。对于复杂的控制系统, 设计梯形图的时间比上届相同功能的继电器系统电路图的时间要少很多。

PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试, 输入信号用小开关来模拟, 通过 PLC 上的发光二极管可以观察输出信号的状态。完成了系统的安装和接线后, 在现场的统调过程中发现的问题一般通过修改程序就可以解决, 系统地调试时间比继电器系统少的多。

(6) 维修工作量小, 维修方便。

PLC 的故障率很低, 且有完善的自诊断和显示功能。PLC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时, 可以根据 PLC 上的发光二极管或编程器提供的信息迅速地查明故障的原因, 用更换模块的方法可以迅速地排除故障。

(7) 体积小, 能耗低。

小型 PLC 的体积仅相当于几个继电器的大小, 可将开关柜的体积缩小到原来的  $1/2 \sim 1/10$ 。PLC 的配线比继电器控制系统的配线少得多, 故可以省下大量的配线和附件, 减少安装接线工时, 加上开关柜体积的缩小, 可以节省大量的费用。

在进行可编程控制器控制系统设计时应遵循以下基本原则<sup>[13, 14]</sup>:

- (1) 最大限度地满足被控对象的控制要求。设计前, 应深入现场进行调查研究, 收集资料, 并与机械部分的设计人员和实际操作人员密切配合, 共同拟订电气控制方案。
- (2) 在满足控制要求的前提下, 力求使控制系统简单、经济, 使用及维修方便。
- (3) 保证系统的安全、可靠。
- (4) 考虑到生产的发展和工艺的改进, 在选择 PLC 容量时应适当留有余量。

可编程控制器系统设计流程如图 2-1 所示：

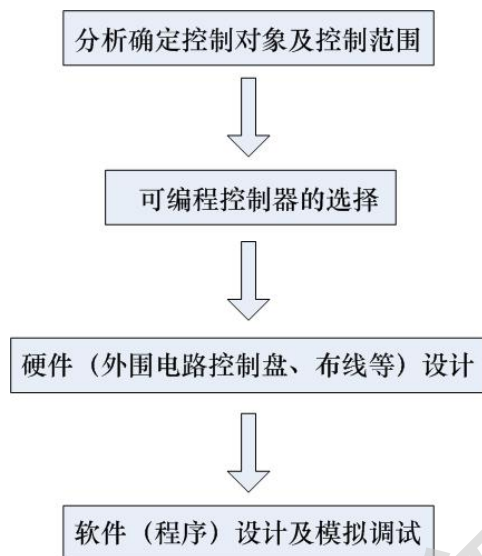


图 2.1 可编程控制器系统设计流程图

Fig. 2.1 Designing flow chart of PLC system

其中确定控制对象及控制范围包括如需要完成的动作（动作顺序、动作条件、必要的保护和连锁等）、检修与报警等。

## 2.2 PLC 的选型

PLC 主要以日本和欧美厂商为代表性，各国又有多个厂商，其中美国 A-B 公司、德国西门子公司、日本三菱公司所产 PLC 应用较为广泛。这几种 PLC 在结构形式、性能、容量、指令系统、编程方法、价格等各不相同，适用场合也各有侧重点，因此必须合理选择 PLC。选择 PLC 机型时具体应考虑到以下几方面<sup>[15]</sup>：PLC 的结构是否合理，即是采用整体式还是模块式 PLC，一般对于大型控制系统且环境条件较差（维修量大）的场合宜选用分体式 PLC；功能是否合理，对于控制系统所需开关量大，对控制功能要求较高的场合宜选用中、高档机；是否可以在线编程，在线编程是指主机和编程器各有一个 CPU，编程器的 CPU 可以随时处理输入的程序，主机的 CPU 则是完全对现场进行控制。另外还应考虑到 PLC 的输入输出点的类型及数量和其 CPU 的内存，响应时间等。

考虑到本控制系统的控制要求，在综合比较之后，选用德国西门子公司出产的性价比较高的 S7-200 系列的模块式 PLC 作为本控制系统的控制器。



## 2.3 S7-200 型 PLC

S7-200 系列 PLC 是一种小型 PLC 系统，其功能非常强大，许多功能可以达到大、中型 PLC 的水平，而价格却和小型 PLC 的一样。S7-200 系列中的 CPU22\*系列，具有了多种功能模块和人机界面可供选择，使得系统的集成非常方便，并且其在网络中的强大功能，很容易可以组成 PLC 网络，同时它具有功能齐全的编程和工业控制组态软件，使得在控制系统的设计时更加简单，几乎可以完成任何功能的控制任务。S7-200 系列 PLC 的强大功能使其无论是单机或者连接在网络上，都能实现复杂的控制功能，其出色的表现体现在以下几个方面<sup>[16]</sup>：

- (1)极高的可靠性。
- (2)极丰富的指令集。
- (3)易于掌握。
- (4)便捷的操作。
- (5)丰富的内置集成功能。
- (6)实时特性。
- (7)强劲通信能力。
- (8)丰富的扩展模块。

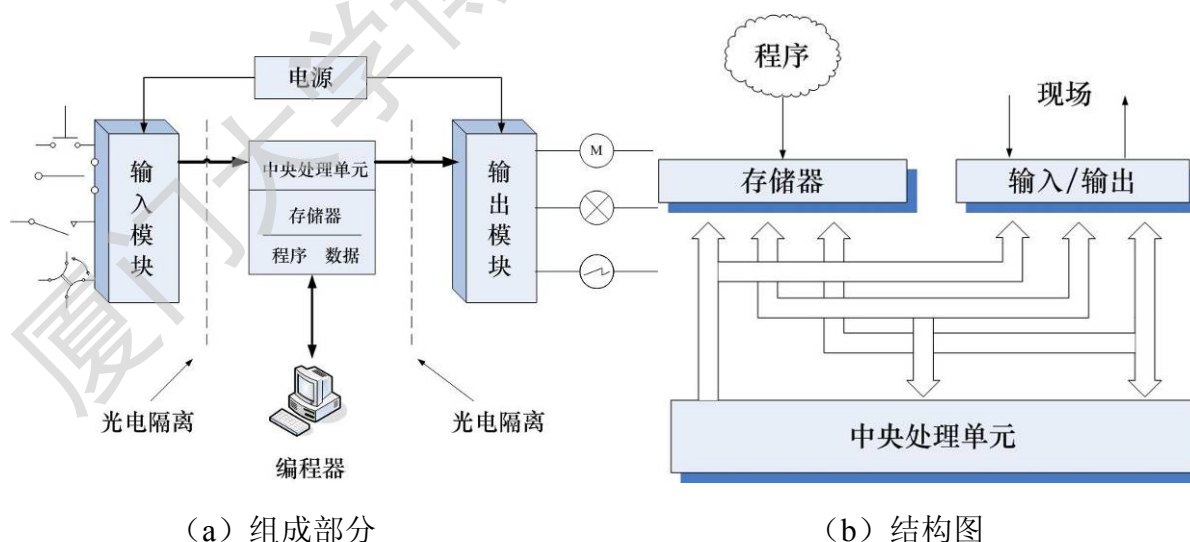


图 2.2 S7-200 示意图

S7-200 CPU22\*系列 PLC 主机的外形如图 2.3 所示，它的 CPU 模块主要包括一个中央处理器、一个集成电源、通信口及数字量 I/O 接口，它们都被集成在一个紧凑、独



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库